



(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

(12) Offenlegungsschrift
(10) DE 100 44 562 A 1

(51) Int. Cl.⁷:
H 01 J 61/18
H 01 J 61/70
B 29 C 71/04
// A61N 5/06, A61L
2/10

(21) Aktenzeichen: 100 44 562.4
(22) Anmeldetag: 8. 9. 2000
(43) Offenlegungstag: 21. 3. 2002

DE 100 44 562 A 1

(71) Anmelder:

Philips Corporate Intellectual Property GmbH,
22335 Hamburg, DE

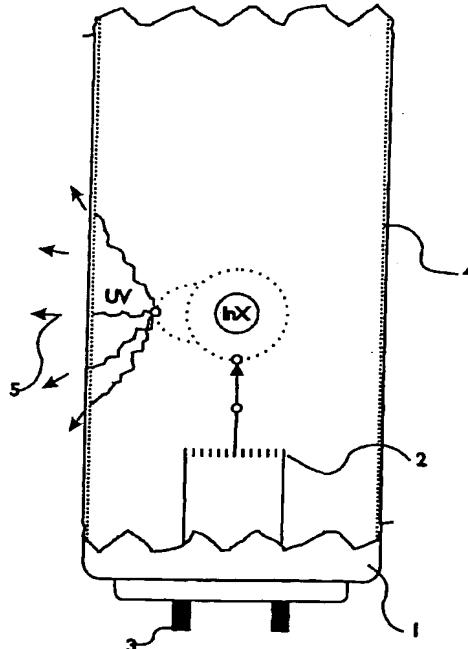
(72) Erfinder:

Scholl, Robert, Dr., 52159 Roetgen, DE; Hilbig,
Rainer, Dr., 52076 Aachen, DE; Körber, Achim,
Kerkrade, NL; Baier, Johannes, Dr., 52146
Würselen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Niederdruckgasentladungslampe mit quecksilberfreier Gasfüllung

(57) Niederdruckgasentladungslampe, ausgerüstet mit einem Gasentladungsgefäß, das eine Gasfüllung mit einer Indiumverbindung und einem Puffergas enthält, mit Elektroden und mit Mitteln zur Erzeugung und Aufrechterhaltung einer Niederdruckgasentladung.



DE 100 44 562 A 1

DE 100 44 562 A 1

1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Niederdruckgasentladungslampe, die mit einem Gasentladungsgefäß, das eine Gasfüllung enthält, mit Elektroden und mit Mitteln zur Erzeugung und Aufrechterhaltung einer Niederdruckgasentladung ausgerüstet ist.

[0002] Die Lichterzeugung in Niederdruckgasentladungslampen beruht darauf, dass Ladungsträger, insbesondere Elektronen, aber auch Ionen, durch ein elektrisches Feld zwischen den Elektroden der Lampe so stark beschleunigt werden, dass sie in der Gasfüllung der Lampe durch Zusammenstöße mit den Gasatomen oder Molekülen der Gasfüllung diese anregen oder ionisieren. Bei der Rückkehr der Atome oder Moleküle der Gasfüllung in ihren Grundzustand wird ein mehr oder weniger großer Teil der Anregungsenergie in Strahlung umgewandelt.

[0003] Konventionelle Niederdruckgasentladungslampen enthalten Quecksilber in der Gasfüllung und weisen außerdem einen Leuchtstoffüberzug innen auf dem Gasentladungsgefäß auf. Es ist ein Nachteil der Quecksilber-Niederdruckgasentladungslampen, dass Quecksilberdampf primär Strahlung im hochenergetischen, aber unsichtbaren UV-C-Bereich des elektromagnetischen Spektrums abgibt, die erst durch die Leuchtstoffe in die sichtbare, wesentlich niedrigerenergetische Strahlung umgewandelt werden muß. Die Energiedifferenz wird dabei in unerwünschte Wärmestrahlung umgewandelt.

[0004] Das Quecksilber in der Gasfüllung wird außerdem auch verstärkt als umweltschädliche und giftige Substanz angesehen, die in modernen Massenprodukten aufgrund der Umweltgefährdung bei Anwendung, Produktion und Entsorgung möglichst vermieden werden sollte.

[0005] Es ist bereits bekannt, das Spektrum von Niederdruckgasentladungslampen zu beeinflussen, indem man das Quecksilbers in der Gasfüllung durch andere Stoffe ersetzt. [0006] Beispielsweise ist aus GB 2 014 358 A eine Niederdruckgasentladungslampe bekannt, die ein Entladungsgefäß, Elektroden und eine Füllung umfasst, die wenigstens ein Kupferhalogenid als UV-Emitter enthält. Diese kupferhalogenidhaltige Niederdruckgasentladungslampe emittiert im sichtbaren Bereich sowie im UV Bereich bei 324,75 und 327,4 nm.

[0007] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Niederdruckgasentladungslampe zu schaffen, deren Strahlung möglichst nahe am sichtbaren Bereich des elektromagnetischen Spektrums liegt.

[0008] Erfundungsgemäß wird die Aufgabe gelöst durch eine Niederdruckgasentladungslampe, ausgerüstet mit einem Gasentladungsgefäß, das eine Gasfüllung mit einer Indiumverbindung und einem Puffergas enthält, mit Elektroden und mit Mitteln zur Erzeugung und Aufrechterhaltung einer Niederdruckgasentladung.

[0009] In der erfundungsgemäßen Lampe findet eine molekulare Gasentladung bei Niederdruck statt, die Strahlung im sichtbaren und nahen UVA-Bereich des elektromagnetischen Spektrums abgibt. Die Strahlung enthält neben den charakteristischen Linien des Indiums bei 410 und 451 nm auch ein breites Kontinuum im Bereich von 320 bis 450 nm. Da es sich um die Strahlung einer molekularen Entladung handelt, ist die genaue Lage des Kontinuums durch die Art der Indiumverbindung, etwaigen weiteren Additiven sowie Lampeninnendruck und Betriebstemperatur steuerbar.

[0010] Kombiniert mit Leuchtstoffen hat die erfundungsgemäße Lampe eine visuelle Effizienz, die beträchtlich höher ist als die von konventionellen Niederdruckquecksilberentladungslampen. Die visuelle Effizienz, ausgedrückt in Lumen/Watt ist das Verhältnis zwischen der Helligkeit der

2

Strahlung in einem bestimmten sichtbaren Wellenlängenbereich und der Erzeugungsenergie für die Strahlung. Die hohe visuelle Effizienz der erfundungsgemäßen Lampe bedeutet, dass eine bestimmte Lichtmenge durch weniger Leistungsaufnahme realisiert wird.

[0011] Außerdem wird die Verwendung von Quecksilber vermieden.

[0012] Eine vorteilhafte Verwendung findet die erfundungsgemäße Lampe als UV-A-Lampe für Sonnenbänke, Desinfektionsleuchten und Lackhärtingsbeleuchtungen. Für allgemeine Beleuchtungszwecke wird die Lampe mit entsprechenden Leuchttstoffen kombiniert. Weil die Verluste durch Stokesche Verschiebung gering sind, erhält man sichtbares Licht mit einer hohen Lichtausbeute von mehr als 100 Lumen/Watt.

[0013] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung kann es bevorzugt sein, dass die Indiumverbindung ausgewählt ist aus der Gruppe der Halogenide, Oxide, Chalkogenide, Hydroxide, Hydride und der metallorganischen Verbindungen des Indiums.

[0014] Besonders bevorzugt ist eine Gasfüllung mit Indiumhalogeniden.

[0015] Eine weiter verbesserte Effizienz wird erreicht, wenn die Gasfüllung ein Gemisch aus zwei Indiumhalogeniden enthält.

[0016] Es kann auch bevorzugt sein, dass die Gasfüllung als ein weiteres Additiv eine Verbindung des Thalliums, ausgewählt aus der Gruppe der Halogenide, Oxide, Chalkogenide, Hydroxide, Hydride und der metallorganischen Verbindungen des Thalliums, enthält. Man erhält eine Gasentladung mit einem breiten kontinuierlichen Spektrum.

[0017] Als weiteres Additiv kann die Gasfüllung auch vorteilhaft ein Halogenid, ausgewählt aus den Halogeniden des Kupfers und der Alkalimetalle enthalten.

[0018] Besonders vorteilhafte Wirkungen gegenüber dem Stand der Technik werden durch die Erfindung erreicht, wenn die Gasfüllung ein Halogenid des Indiums und ein Halogenid des Thalliums im molaren Verhältnis 1 : 1 enthält.

[0019] Die Gasfüllung kann als Puffergas ein Edelgas, ausgewählt aus der Gruppe Helium, Neon, Argon, Krypton und Xenon umfassen. Vorteilhafterweise beträgt der Gasdruck des Edelgases bei Betriebstemperatur 2 bis 10 mbar, insbesondere 3,4 mbar.

[0020] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung kann es bevorzugt sein, dass das Gasentladungsgefäß einen Leuchtstoffüberzug auf der äußeren Oberfläche aufweist. Die UVA-Strahlung, die von der erfundungsgemäßen Niederdruckgasentladungslampe abgestrahlt wird, wird von den gängigen Glassorten nicht absorbiert, sondern passiert die Wände des Entladungsgefäßes nahezu verlustfrei. Der Leuchtstoffüberzug kann deshalb auf der Außenseite des Gasentladungsgefäßes angebracht werden. Dadurch wird das Herstellungsverfahren vereinfacht.

[0021] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung ist es besonders bevorzugt, dass die Gasfüllung Indiumhalogenid mit einem Partialdruck von 1,0 bis 30,0 µbar, Thalliumhalogenid mit einem Partialdruck von < 1,0 µbar und Argon mit einem Partialdruck von 2 bis 10 mbar enthält. Die Druckangaben sind auf die jeweilige Betriebstemperatur bezogen.

[0022] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von einer Figur und 3 Ausführungsbeispielen weiter erläutert.

[0023] Fig. 1 zeigt schematisch die Lichterzeugung in einer Niederdruckgasentladungslampe mit einer Gasfüllung, die eine Indium(I)-Verbindung enthält.

[0024] In der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform besteht die erfundungsgemäße Niederdruckgasentladungslampe aus einem rohrförmigen Lampenkolben 1, der einen Entladungsraum umgibt. An beiden Enden des Rohrs sind innen

Elektroden 2 eingeschmolzen, über die die Gasentladung gezündet werden kann. Die Niederdruckgasentladungslampe besitzt die Fassung und den Sockel 3. In die Fassung oder in den Sockel ist in an sich bekannter Weise ein elektrisches Vorschaltgerät integriert, das die Zündung und den Betrieb der Gasentladungslampe regelt. Bei einer weiteren, in Fig. 1 nicht dargestellten Ausführungsform kann die Niederdruckgasentladungslampe auch über ein externes Vorschaltgerät betrieben und geregelt werden.

[0025] Das Gasentladungsgefäß kann auch als ein mehrfach gefaltetes oder gewendeltes Rohr ausgeführt und von einem Außenkolben umgeben sein.

[0026] Die Wand des Gasentladungsgefäßes besteht bevorzugt aus einer Glassorte, die für UVA-Strahlung mit einer Wellenlänge zwischen 320 und 450 nm durchlässig ist. [0027] Die Gasfüllung besteht im einfachsten Fall aus einem Indiumhalogenid in einer Menge von 1 bis 10 µg/cm³ und einem Edelgas. Das Edelgas dient als Puffergas und erleichtert die Zündung der Gasentladung. Bevorzugtes Puffergas ist Argon. Argon kann ganz oder teilweise durch ein anderes Edelgas, wie Helium, Neon, Krypton oder Xenon ersetzt werden.

[0028] Durch ein Additiv zur Gasfüllung, das aus der Gruppe der Halogenide des Thalliums, Kupfers und der Alkalimetalle ausgewählt ist, kann die Lumeneffizienz entscheidend verbessert werden. Eine weitere Möglichkeit zur Effizienzsteigerung besteht darin, zwei oder mehr Indiumhalogenide in der Gasatmosphäre zu kombinieren.

[0029] Die Effizienz kann weiterhin verbessert werden, wenn der Betriebsinnendruck der Lampe optimiert wird. Der Kaltfülldruck des Puffergases beträgt maximal 10 mbar. Bevorzugt ist ein Bereich zwischen 1,0 bis 2,5 mbar.

[0030] Als weitere vorteilhafte Maßnahme zur Steigerung der Lumeneffizienz der Niederdruckgasentladungslampe hat sich die Kontrolle der Betriebstemperatur der Lampe durch geeignete konstruktive Maßnahmen erwiesen. Durchmesser und Länge der Lampe werden so gewählt, dass während des Betriebes bei einer Außentemperatur von 25°C eine Innentemperatur von 170 bis 285°C erreicht wird. Diese Innentemperatur bezieht sich auf die kälteste Stelle des Gasentladungsgefäßes, da durch die Entladung ein Temperaturgradient in dem Gefäß entsteht.

[0031] Um die Innentemperatur zu erhöhen, kann das Gasentladungsgefäß auch mit einer IR Strahlung reflektierende Schicht beschichtet werden. Bevorzugt ist eine Infrarotstrahlung reflektierende Beschichtung aus indiumdotiertem Zinnoxid.

[0032] In diesem Fall wurde gefunden, dass für eine Niederdruckgasentladungslampe mit einer Gasfüllung, die Indiumchlorid enthält, bei Betriebstemperatur die kälteste Stelle eine Temperatur von 170 bis 210°C, bevorzugt 200°C, haben sollte.

[0033] Analog gilt für eine Gasfüllung, die Indiumbromid enthält, dass die Temperatur der kältesten Stelle bei 210 bis 250°C, bevorzugt bei 225°C, liegen sollte.

[0034] Für eine Gasfüllung, die Indiumjodid enthält, gilt, dass die Temperatur der kältesten Stelle bei 220 bis 285°C, bevorzugt bei 255°C, liegen sollte.

[0035] Als vorteilhaft hat sich auch eine Kombination aus den drei vorstehend genannten Maßnahmen erwiesen.

[0036] Ein geeigneter Werkstoff für die Elektroden in der erfundungsgemäßen Niederdruck-Gasentladungslampe besteht beispielsweise aus Nickel oder einer Nickellegierung oder aus einem hochschmelzenden Metall, insbesondere Wolfram und Wolframlegierungen. Auch Verbundwerkstoffe aus Wolfram mit Thoriumoxid oder Indiumoxid sind geeignet.

[0037] In der Ausführungsform gemäß Fig. 1 ist das Gas-

entladungsgefäß der Lampe an seiner Außenfläche mit einer Leuchtstoffsschicht 4 beschichtet. Die ausgesendete UV-Strahlung der Gasentladung regt die Leuchtstoffe in der Leuchtstoffsschicht zur Emission von Licht im sichtbaren Bereich 5 an.

[0038] Die chemische Zusammensetzung der Leuchtstoffsschicht bestimmt das Spektrum des Lichts bzw. dessen Farbton. Die als Leuchtstoffe in Frage kommenden Materialien müssen die erzeugte Strahlung absorbieren und in einem geeigneten Wellenlängenbereich z. B. für die drei Grundfarben Rot, Blau und Grün emittieren und eine hohe Fluoreszenzquantenausbeute erreichen.

[0039] Geeignete Leuchtstoffe und Leuchtstoffkombinationen müssen nicht auf die Innenseite des Gasentladungsgefäßes aufgebracht werden, sondern können auch auf die Außenseite aufgetragen werden, da die erzeugte Strahlung im UVA-Bereich von den gängigen Glassorten nicht absorbiert wird.

[0040] Nach einer anderen Ausführungsform ist die Lampe eine kapazitiv mit einem Hochfrequenzfeld angeregte Lampe, bei der die Elektroden außen an dem Gasentladungsgefäß angebracht sind.

[0041] Nach einer weiteren Ausführungsform ist die Lampe eine induktiv mit einem Hochfrequenzfeld angeregte Lampe.

[0042] Wenn die Lampe gezündet wird, regen die von den Elektroden emittierten Elektronen die Atome und Moleküle der Gasfüllung zur Ausstrahlung von UV-Strahlung aus der charakteristischen Strahlung und einem Kontinuum zwischen 320 bis 450 nm an.

[0043] Die Entladung erwärmt die Gasfüllung so, dass der gewünschte Dampfdruck und die gewünschte Betriebstemperatur von 170 bis 285°C erreicht wird, bei der die Lichtausbeute optimal ist.

[0044] Die im Betrieb erzeugte Strahlung der indiumhalogenidhaltigen Gasfüllung weist neben dem Linienspektrum des elementaren Indiums bei 410 nm und 451 nm ein intensives, breites, kontinuierliches Molekülspektrum zwischen 340 und 420 nm auf, das durch molekulare Entladung des Indiumhalogenids verursacht ist. Der Bereich der maximalen Emission des kontinuierlichen Molekülspektrums verschiebt sich zu längeren Wellenlängen mit steigendem Molekulargewicht des Indiumhalogenids.

Ausführungsbeispiel 1

[0045] Ein zylindrisches Entladungsgefäß aus einem Glas, das für UVA-Strahlung durchlässig ist, mit einer Länge von 15 cm und einem Durchmesser von 2,5 cm wird mit inneren 50 Elektroden aus Wolfram ausgerüstet. Das Entladungsgefäß wird evakuiert und gleichzeitig werden 0,3 mg Indiumbromid eindosiert. Ebenso wird Argon mit einem Kaltdruck von 1,7 mbar eingefüllt. Es wird ein Wechselstrom von einer externen Wechselstromquelle zugeführt und bei einer Betriebstemperatur von 225°C die Lumeneffizienz gemessen. Die Lumeneffizienz beträgt 100 Lm/W.

Ausführungsbeispiel 2

[0046] Ein zylindrisches Entladungsgefäß aus einem Glas, das für UVA-Strahlung durchlässig ist, mit einer Länge von 15 cm und einem Durchmesser von 2,5 cm wird mit äußeren Elektroden aus Kupfer ausgerüstet. Das Entladungsgefäß wird evakuiert und gleichzeitig werden für die Gasfüllung 45 Indiumbromid, Indiumjodid und Argon eindosiert, so dass bei Betriebstemperatur ein Partialdruck von 5,0 bis 15,0 µbar für Indiumbromid, 0,5 bis 1,5 µbar für Indiumjodid und 5,0 mbar für Argon erreicht wird.

DE 100 44 562 A 1

5

[0047] Es wird ein Hochfrequenzfeld mit einer Frequenz von 13.5 MHz von einer externen Quelle zugeführt und bei einer Betriebstemperatur von 240°C die Lumeneffizienz von 85 lm/W gemessen.

5

Ausführungsbeispiel 3

[0048] Ein zylindrisches Entladungsgefäß aus einem Glas, das für UVA-Strahlung durchlässig ist, mit einer Länge von 15 cm und einem Durchmesser von 2,5 cm wird mit inneren Elektroden aus Wolfram ausgerüstet. Das Entladungsgefäß wird evakuiert und gleichzeitig für die Gasfüllung Indiumbromid, Thalliumjodid und Argon eindosiert, so dass bei Betriebstemperatur ein Partialdruck von 1.0 bis 10.0 µbar für Indiumbromid, < 1 µbar für Thalliumjodid und 5.0 mbar für Argon erreicht wird.

10

[0049] Es wird ein Wechselstrom von einer externen Wechselstromquelle zugeführt und bei einer Betriebstemperatur von $210 \pm 10^\circ\text{C}$ die Lumeneffizienz von 90 lm/W messen.

20

6

Gasdruck bei Betriebstemperatur von 3.4 mbar umfasst.

11. Niederdruckgasentladungslampe gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Gasentladungsgefäß einen Leuchtstoffüberzug auf der äußeren Oberfläche aufweist.

12. Niederdruckgasentladungslampe gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasfüllung Indiumhalogenid mit einem Partialdruck von 1.0 bis 10.0 µbar, Thalliumhalogenid mit einem Partialdruck < 1.0 µbar und Argon mit einem Partialdruck von 2 bis 10 mbar enthält.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

Patentansprüche

1. Niederdruckgasentladungslampe, ausgerüstet mit einem Gasentladungsgefäß, das eine Gasfüllung mit einer Indiumverbindung und einem Puffergas enthält, mit Elektroden und mit Mitteln zur Erzeugung und Aufrechterhaltung einer Niederdruckgasentladung. 25
2. Niederdruckgasentladungslampe gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Indiumverbindungen ausgewählt ist aus der Gruppe der Halogenide, Oxide, Chalkogenide, Hydroxide, Hydride und der metallorganischen Verbindungen des Indiums sind. 30
3. Niederdruckgasentladungslampe gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Indiumverbindungen ausgewählt ist aus der Gruppe der Halogenide. 35
4. Niederdruckgasentladungslampe gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasfüllung ein Gemisch aus zwei Indiumhalogeniden enthält. 40
5. Niederdruckgasentladungslampe gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasfüllung als ein weiteres Additiv eine Verbindung des Thalliums, ausgewählt aus der Gruppe der Halogenide, Oxide, Chalkogenide, Hydroxide, Hydride und der metallorganischen Verbindungen des Thalliums, enthält. 45
6. Niederdruckgasentladungslampe gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasfüllung als ein weiteres Additiv ein Halogenid, ausgewählt aus den Halogeniden des Kupfers und der Alkalimetalle enthält. 50
7. Niederdruckgasentladungslampe gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasfüllung ein Halogenid des Indiums und ein Halogenid des Thalliums im molaren Verhältnis 1 : 1 enthält. 55
8. Niederdruckgasentladungslampe gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasfüllung als Puffergas ein Edelgas, ausgewählt aus der Gruppe Helium, Neon, Argon, Krypton und Xenon, umfasst. 60
9. Niederdruckgasentladungslampe gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasfüllung als Puffergas ein Edelgas, ausgewählt aus der Gruppe Helium, Neon, Argon, Krypton und Xenon, mit einem Gasdruck bei Betriebstemperatur von 2 bis 10 mbar umfasst. 65
10. Niederdruckgasentladungslampe gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasfüllung als Puffergas ein Edelgas, ausgewählt aus der Gruppe Helium, Neon, Argon, Krypton und Xenon, mit einem

- Leerseite -

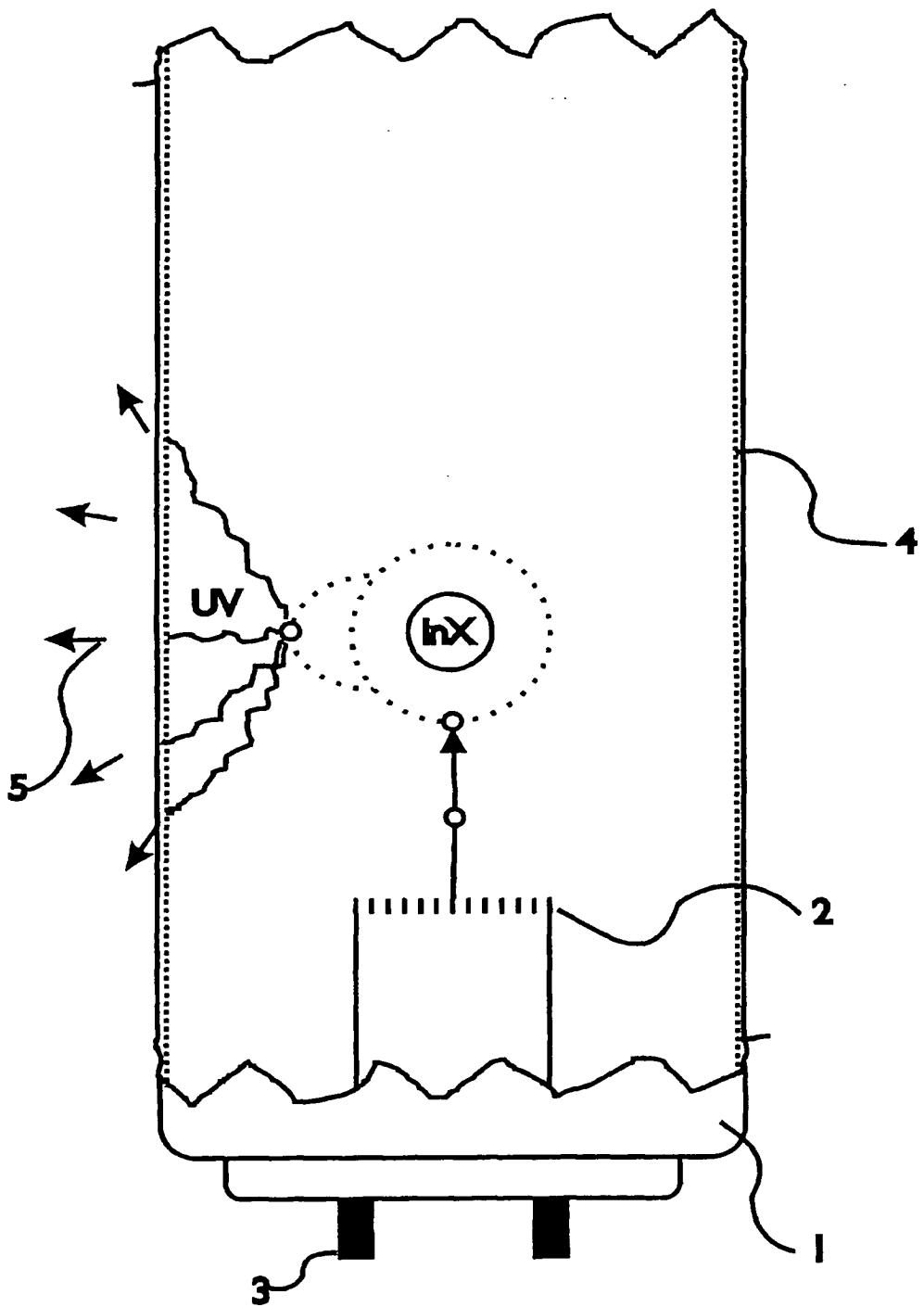


FIG. 1